

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE BIOTECNOLOGIA
CURSO BIOTECNOLOGIA

MARIA VICTÓRIA BOVI ARROTEIA

POTENCIAL GENÉTICO E SELEÇÃO DE PROGÊNIES DE SOJA

Uberlândia – MG

2025

MARIA VICTÓRIA BOVI ARROTEIA

POTENCIAL GENÉTICO E SELEÇÃO DE PROGÊNIES DE SOJA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Biotecnologia da Universidade Federal de Uberlândia como requisito parcial para obtenção do título de bacharel.

Orientadora: Prof. Dra. Ana Paula Oliveira Nogueira.

Coorientador: Dr. Josef Gastl Filho

Uberlândia - MG

2025

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me dado a vida e os caminhos para conseguir passar por mais essa etapa nela.

Aos meus pais Alexandre e Simone que se esforçaram para me dar essa oportunidade e sempre me apoiaram para continuar junto com minha irmã, Ana Júlia que sempre esteve do meu lado.

Aos meus amigos que sempre ficaram por perto não me deixando desistir e me ajudando em dúvidas que surgiram durante o curso.

Aos meus professores, sem exceções, que me acompanharam nesta trajetória e me encaminharam para uma vida profissional e pessoal mais estruturada e qualificada.

À minha professora e orientadora deste trabalho Dra. Ana Paula Oliveira Nogueira a qual possuiu o tempo, a vaga, paciência e sapiência para inspirar e conduzir dentro deste projeto.

Ao meu coorientador Dr. Josef Gastl Filho que foi muito presente durante a parte prática deste trabalho dentro do Núcleo de Pesquisa em Genética e Melhoramento de Soja (Melhorsoja)

A toda a equipe do Núcleo de Pesquisa em Genética e Melhoramento de Soja (Melhorsoja) que me ajudaram e me apoiaram durante todo o trajeto sempre que precisei.

Ao Consultor técnico de vendas Vinicius de Carvalho da empresa Minas Goiás pela doação do tratamento de sementes.

À banca examinadora Marcelo Cunha Marques e Josef Gastl Filho que cederam seu tempo para presenciar a minha defesa de TCC e tiveram a possibilidade de se deslocar ao compromisso.

SUMÁRIO

RESUMO	4
ABSTRACT	5
INTRODUÇÃO	6
MATERIAL E MÉTODOS	7
RESULTADOS E DISCUSSÃO	11
CONCLUSÃO	23
REFÊRENCIAS	24

RESUMO

A soja (*Glycine max* (L.) Merr.) é uma das principais culturas agrícolas do mundo, destacando-se por sua importância econômica e social especialmente no Brasil, maior produtor mundial. O sucesso produtivo deriva dos avanços obtidos pelos programas de melhoramento genético, que visam genótipos mais produtivos e com resistência aos fatores bióticos e abióticos. Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar progênies de soja na geração F4, estimar parâmetros genéticos, ganhos de seleção e identificar genótipos promissores. O experimento foi conduzido em Uberlândia–MG em fevereiro na safra de 2024/25, em DBC, com 25 genótipos, sendo 20 progênies F4 oriundas de cruzamentos biparentais e cinco cultivares convencionais utilizadas como parentais. Foram avaliados dezesseis caracteres relacionados ao ciclo, arquitetura de plantas, componentes de rendimento e produtividade de grãos. As análises genético-estatísticas foram realizadas no Programa Genes. A análise de variância revelou variabilidade genética significativa para todos os caracteres avaliados ($p \leq 0,05$), exceto para número de nós produtivos. Os coeficientes de variação experimental variaram de 2,84% para número de dias para maturidade a 47,67% para número de vagens com um grão. As estimativas de herdabilidade foram elevadas para a maioria dos caracteres, variando de 28,24% a 91,31%, com destaque para altura da planta na maturidade, indicando forte controle genético e boas perspectivas de seleção. A produtividade de grãos apresentou ampla variação entre os genótipos, com valores entre 1457 e 2999 kg ha⁻¹, destacando-se as progênies UFU_TMgxBRS_20, UFU_7010xBRS_8 e UFU_TMgx7010_6. Os maiores ganhos de seleção direta foram observados para produção de grãos por planta (26,45%) e produtividade de grãos (26,07%). Pelo índice de seleção de Mulamba e Mock foram obtidos ganhos equilibrados, com destaque para número de vagens com três grãos (28,51%) e produtividade de grãos (16,4%). Esses resultados indicam elevado potencial de seleção de progênies superiores no programa de melhoramento. Conclui-se que as progênies avaliadas apresentam potencial para avanço no programa de melhoramento, destacando-se genótipos com características agrônômicas favoráveis e maior produtividade de grãos. O genótipo UFU_TMgxBRS_20 apresentou desempenho superior, com elevados valores para número total de vagens, peso de grãos por planta e produtividade, sendo considerado promissor para continuidade no programa de melhoramento.

Palavras-chave: *Glycine max*, ganhos de seleção, índices de seleção, melhoramento de plantas, parâmetros genéticos.

ABSTRACT

Soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) is one of the main agricultural crops in the world, standing out for its economic and social importance, especially in Brazil, the world's largest producer. Productive success derives from the advances obtained by genetic improvement programs, which aim at more productive genotypes and with resistance to biotic and abiotic factors. In this context, the present work aimed to evaluate soybean progenies in the F4 generation, estimate genetic parameters, selection gains and identify promising genotypes. The experiment was conducted in Uberlândia-MG in February in the 2024/25 harvest, in DBC, with 25 genotypes, 20 of which were F4 progenies from biparental crosses and five conventional cultivars used as parents. Sixteen traits related to the cycle, plant architecture, yield components and grain yield were evaluated. Genetic-statistical analyses were performed in the Genes Program. The analysis of variance revealed significant genetic variability for all traits evaluated ($p \leq 0.05$), except for the number of productive nodes. The experimental coefficients of variation ranged from 2.84% for days to maturity to 47.67% for the number of single-seed pods. Heritability estimates were high for most traits, ranging from 28.24% to 91.31%, particularly for plant height at maturity, indicating strong genetic control and good prospects for selection. Grain yield showed wide variation among genotypes, with values ranging from 1,457 to 2,999 kg ha⁻¹, with the progenies UFU_TMExBRS_20, UFU_7010xBRS_8, and UFU_TMEx7010_6 standing out. The greatest direct selection gains were observed for grain production per plant (26.45%) and grain yield (26.07%). According to the Mulamba and Mock selection index, balanced gains were obtained, particularly for the number of pods with three grains (28.51%) and grain yield (16.4%). These results indicate high potential for selecting superior progenies in the breeding program. It is concluded that the evaluated progenies have the potential to advance the breeding program, particularly genotypes with favorable agronomic traits and higher grain yield. The UFU_TMExBRS_20 genotype showed superior performance, with high values for total number of pods, seed weight per plant, and yield, and is considered promising for continued inclusion in the breeding program.

Keywords: *Glycine max*, genetic parameters, selection gains, selection indices, plant breeding

INTRODUÇÃO

A soja é uma planta de importância socioeconômica, pois é uma das principais espécies vegetais gerando fonte de proteína e óleo (Cunha; Almeida; Coelho, 2021). Mundialmente a soja na safra 2025/26 obtem uma produção de 425,87 milhões de toneladas sendo 177,1 milhões de toneladas apenas no Brasil, contribuindo com aproximadamente 41,58% para esta produção, o que colocou o país como o maior produtor mundial grãos (Companhia Nacional De Abastecimento – Conab, 2025).

O sucesso da soja brasileira é resultado da ampliação das áreas de cultivo, desenvolvimento de tecnologias de produção para um sistema tropical de diversas condições edafoclimática juntamente com a evolução do sistema tecnológico dentro da cultura da oleaginosa (Carrijo et al, 2025). Nesse contexto, os programas de melhoramento genético representam um pilar essencial para a ampliação da adaptação da soja a diferentes regiões, pois de acordo com Bandeira et al. 2024, ao analisar a variabilidade genética esses grupos de pesquisa são responsáveis por viabilizar o desenvolvimento de cultivares mais produtivas e com resistência a pragas e doenças possibilitando a competitividade e sustentabilidade visto que o processo de torna mais direcionado e eficaz.

O progresso genético em soja, no período de 2000 a 2017 dentro da região do centro – oeste brasileiro foi determinado por Campos (2023), que relatou que as médias de produtividade de grãos aumentaram em 1,92% sendo esta área do país a que mais produz em toneladas de acordo com Vieira Filho, (2024). O processo de melhoramento de soja envolve etapas fundamentais que vão desde a escolha criteriosa de germoplasma parental até a seleção e validação de genótipos superiores. Inicialmente, a seleção de parentais considera a variabilidade fenotípica e adaptativa, com ensaios conduzidos em diferentes ambientes para avaliar estabilidade de desempenho (Vargas-Almendra et al., 2024).

As hibridações artificiais são realizadas em programas de melhoramento de soja para obtenção das populações segregantes, as quais são submetidos à diferentes métodos de condução para restauração da homozigose e seleção de progênies superiores. Neste contexto, a geração F4 é um estágio crucial neste desenvolvimento uma vez que as progênies podem atingir cerca de 87,5% de homozigose desempenhando um papel estratégico para identificar os genótipos de maior interesse econômico (Dallastra, 2022).

Na etapa de seleção, os parâmetros genéticos auxiliam na definição das estratégias mais adequadas, uma vez que estimativas de herdabilidade, bem como correlações genotípicas

e fenotípicas entre caracteres, fornecem subsídios para prever os ganhos obtidos tanto pela seleção direta quanto pela indireta (Gastl Filho et al., 2022).

Em programas de melhoramento, quando o objetivo é selecionar simultaneamente diferentes caracteres de interesse, como precocidade e produtividade, a seleção direta e a indireta podem não proporcionar ganhos expressivos. Nesses casos, os índices de seleção constituem uma alternativa mais eficiente, pois possibilitam a seleção simultânea de múltiplos caracteres (Gastl Filho et al., 2022). Ainda Bordin et al. (2022) avaliaram caracteres agronômicos similares ao dessa pesquisa e as correlações genéticas podem levar a resultados com peso para o processo de seleção indireta o que possibilita sugestões de genótipos superiores e se baseando em Cruz et al., (2004) explicam que as correlações genéticas podem variar de 0 – 1,0 e sendo valores positivos ou negativo que vão indicar estarem diretamente ou indiretamente relacionados.

Um dos índices mais importantes para o melhoramento é o de Mulamba e Mock (1978) que classifica os genótipos estudados em cada um dos caracteres favoráveis para um determinado programa de melhoramento. Secco Castro et al. (2020) utilizaram o índice para análise de dois cenários em que no primeiro caso, foi considerado o coeficiente de variação genotípica de cada característica como critério para definir os pesos econômicos. Já no segundo caso, foram atribuídos pesos definidos de forma arbitrária para cada característica, sendo 1 para altura da planta, 10 para número de dias até o florescimento e 20 para rendimento de grãos.e dessa forma foi obtido de forma prática as principais características favoráveis.

Diante do exposto esta pesquisa teve como objetivo avaliar progênies de soja na geração F4, estimar parâmetros genéticos, predizer ganhos de seleção e identificar genótipos promissores no programa de melhoramento.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em campo, na Fazenda Experimental Capim Branco (18°52' de latitude S, 48°20' de longitude W e 805 m de altitude) no município de Uberlândia (MG), dentro do Núcleo de Pesquisa em Genética e Melhoramento de Soja (Melhorsoja), da Universidade Federal de Uberlândia durante os meses de fevereiro de 2024 a junho de 2024.

O experimento foi conduzido em delineamento de blocos completos casualizados com 3 repetições. Cada parcela consistiu em 4 linhas de 5 metros com plantas de soja, espaçadas em 0,5 m entre linhas. A semeadura ocorreu no dia 05 de fevereiro de 2024.

Avaliaram-se 25 genótipos de soja, sendo 20 progênies na geração F4 e cinco cultivares BRS 511, IAC Foscarin 31, TMG 803, UFUS 7010 e UFUS 7101. As progênies originaram-se da seleção de 14 populações de soja, provenientes de cruzamentos biparentais, conforme consta na Tabela 1.

Tabela 1. Cruzamentos biparentais das progênies utilizadas.

Populações	Genitor feminino	Genitor Masculino
UFU_IFx7010_1	IAC FOSCARIN 31	UFUS 7010
UFU_IFx7010_2	IAC FOSCARIN 31	UFUS 7010
UFU_7101x7010_3	UFUS 7010	UFUS 7101
UFU_7101x7010_4	UFUS 7101	UFUS 7010
UFU_TMGr7010_5	TMG 803	UFUS7010
UFU_TMGr7010_6	TMG 803	UFUS7010
UFU_BRSt7010_7	BRS 511	UFUS 7010
UFU_7010xBRSt8	UFUS 7010	BRS 511
UFU_IFx7101_9	IAC FOSCARIN 31	UFUS 7101
UFU_7101xIF_10	UFUS 7101	IAC FOSCARIN 31
UFU_TMGrIF_11	TMG 803	IAC FOSCARIN 31
UFU_IFxTMG_12	IAC FOSCARIN 31	TMG 803
UFU_BRStIF_13	BRS 511	IAC FOSCARIN 31
UFU_BRStIF_14	BRS 511	IAC FOSCARIN 31
UFU_7101xTMG_15	UFUS 7101	TMG 803
UFU_7101xTMG_16	UFUS 7101	TMG 803
UFU_7101xBRSt17	UFUS 7101	BRS 511
UFU_7101xBRSt18	UFUS 7101	BRS 511
UFU_TMGrBRSt19	TMG 803	BRS 511
UFU_TMGrBRSt20	TMG 803	BRS 511

A área experimental foi preparada de modo convencional com uma aração e duas gradagens. Anterior à semeadura, a área foi adubada com 400 kg ha⁻¹ da fórmula comercial de

NPK 08-28-16. As sementes elas foram tratadas com inseticida: 600 g L⁻¹ Imidacloprido; fungicida: 10 g L⁻¹, Ipconazol e 350 g L⁻¹ Tiram -¹; enraizador: 24,2 g L⁻¹ de Mo e 48,4 g L⁻¹ de Zn.

Após a semeadura e emergência foi realizada um desbaste para manter 16 plantas por metro linear, constituindo uma população de 320 mil plantas por hectare. Posterior a semeadura do experimento, no mesmo dia, foi realizada as aplicações dos herbicidas seletivos de pré-emergência composto por um controle fitossanitário e após 14 dias da semeadura, aplicou-se o herbicida, composto pelo ingrediente ativo Haloxifope-P-metílico, foi utilizado na concentração comercial de 120 g de equivalente ácido (e.a.) por litro (L). A dose de aplicação foi de 0,5 L por hectare (ha), resultando na aplicação de 60 g de equivalente ácido (e.a.) de Haloxifope-P-metílico por hectare. No estágio entre V3 e V4 realizou-se a adubação de cobertura com cloreto de potássio (KCl) (60% K₂O) na taxa de 150 kg ha⁻¹ além da aplicação foliar de cobalto (12,5 g L⁻¹) e molibdênio (62,5 g L⁻¹) à dose de 100 mL ha⁻¹.

Após 22 dias de semeadura foram aplicados um inseticida biológico em que seu princípio ativo é oriundo de cristais viáveis de *Bacillus Thuringiensis* var. *Kurstaki* a concentração aplicada foi de 600 mL ha⁻¹, e outro inseticida comercial com acetamiprido 200 g L⁻¹ e piriproxifem a 100 g L⁻¹ neste a concentração foi de 150 a 300 mL ha⁻¹. Por fim 55 dias após o plantio foi feita a aplicação de Bixafem, Protiocanazol e Trifloxistrobina 0,45L ha⁻¹, Platium 0,45 L ha⁻¹, Iharol L ha⁻¹, com uma vazão de 200 L ha⁻¹.

Para a avaliação do experimento foram avaliados caracteres agrônômicos nas parcelas e amostradas aleatoriamente cinco plantas da parcela para mensuração de alturas e contagens. Assim, avaliaram-se os seguintes caracteres:

a) Número de dias para maturidade (NDM): é o período que corresponde ao número de dias decorridos desde a semeadura até a data em que 95 % das vagens apresentarem-se maduras (quando 50% das plantas da parcela útil se encontram em estágio R8).

b) Altura da planta no florescimento (APF): mensurada em centímetros, é a distância da superfície do solo até a inserção do racemo no ápice da haste principal, quando as plantas da parcela útil se encontram em estágio reprodutivo R1.

c) Altura da planta na maturidade (APM): mensurada em centímetros, é a distância da superfície do solo até a inserção do racemo no ápice da haste principal, quando as plantas da parcela útil se encontram em estágio reprodutivo R8.

- d) Número de nós na haste principal no florescimento (NNF):** determinado pela contagem do número de nós na haste principal, quando as plantas se encontravam no estágio reprodutivo R1.
- e) Número de nós na haste principal na maturidade (NNM):** corresponde ao número de nós totais na haste principal da planta na maturidade, quando as plantas da parcela útil se encontram em estágio reprodutivo R8.
- f) Número de nós produtivos (NNP):** estimada através da contagem de nós que foram capazes de produzir vagens, presentes na haste principal, após a colheita.
- g) Número de vagens com um grão (NV1), com dois grãos (NV2) e com três grãos (NV3):** após a colheita, realizou-se a contagem do número de vagens com um, dois e três grãos.
- h) Número total de vagens (NTV):** após a colheita, quando foi contado o número total de vagens que foram produzidas pela planta no estágio R8.
- i) Massa de cem grãos (P100G):** obtida de determinação da massa de cem grãos em balança digital, a partir da amostra aleatória de grãos na parcela.
- j) Produção de grãos por planta:** obtido pela massa de grãos por planta, amostrada na parcela útil, cuja medida foi mensurada em balança digital
- k) Produtividade de grãos em kg ha⁻¹ (PROD):** foi mensurada pela massa de grãos obtidos por debulha das vagens após a colheita manual e beneficiamento das plantas da área útil de cada parcela.

Os dados foram submetidos às análises genético-estatísticas. Inicialmente realizou-se a análise de variância para cada caráter, seguido pelo teste de agrupamento de Scott Knott. A partir dos componentes de variância e os quadrados médios das análises de variância estimaram-se os parâmetros genéticos, e obteve-se os ganhos de seleção direta, indireta e pelo índice de Mulamba e Mock (1978) considerando os estimadores descritos por Cruz, Regazzi e Carneiro (2012). Todas as análises foram realizadas com o auxílio do programa GENES (Cruz, 2016).

No índice de Mulamba e Mock todos os caracteres foram selecionados com o critério de aumento, exceto NDF, NDM e NV1G que foram selecionados para redução.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em um programa de melhoramento de plantas a existência de variância genética é um requisito fundamental para êxito no processo seletivo. Observou-se (Tabela 2) a existência de variância genética para todos os caracteres agronômicos ao nível de 1% ou 5% significância pelo teste F, exceto para o NNP, revelando a oportunidade de seleção de progênies de soja.

Tabela 2. Quadrados médio de genótipos (QMG), coeficiente de variação (CV), herdabilidade (h^2) e o coeficiente (CVg/CVe) de caracteres de caracteres agronômicos em 25 genótipos de soja cultivados em campo, Uberlândia-MG

Caracteres	QMG	CV(%)	H ² (%)	CVg/CVe
Número de dias para o florescimento (NDF)	103,22**	12,20	84,04	1,32
Número de dias para a maturidade (NDM)	172,83**	2,84	86,30	2,93
Número de nós no florescimento (NNF)	10,24**	12,46	83,72	1,30
Número de nós na maturidade (NNM)	8,93**	7,42	81,01	1,19
Número de Nós produtivos (NNP)	4,27 ^{ns}	13,42	28,24	0,36
Altura da planta no florescimento (APF)	643,89**	17,65	91,01	1,83
Altura de planta na maturidade (APM)	539,82**	9,03	91,31	1,87
Altura da inserção da primeira vagem (APV)	66,76**	15,78	88,97	1,63
Número de vagens com 1 grão (NV1G)	51,06*	47,67	47,08	0,54
Número de vagens com 2 grãos (NV2G)	171,57**	30,24	78,04	1,08
Número de vagens com 3 grãos (NV3G)	81,96*	45,36	54,00	0,62
Número total de vagens (NVT)	316,70**	23,27	64,49	0,77
Número de sementes por vagem (NSV)	0,06**	7,39	61,21	0,72
Massa de cem grãos (P100G)	6,82**	9,04	76,45	1,04
Produção de grãos por planta (PGP)	23,16**	21,01	75,24	1,00
Produtividade de grãos (PROD)	593995,04**	12,82	87,06	1,49

QMG: quadrado médio de genótipos; h^2 : herdabilidade; CV: coeficiente de variação; CVg/CVe: razão entre os coeficientes de variação genético e ambiental. Ns: não significativo; ** e *: significativo ao nível de 1% e 5% respectivamente pelo teste F.

O coeficiente de variação experimental (CVe) é um dos principais indicadores da precisão experimental, pois expressa a variabilidade residual em relação à média do experimento. De modo geral, menores valores de CVe indicam maior precisão experimental e maior confiabilidade dos resultados obtidos (Braga et al., 2024). Nesta pesquisa é observado

uma oscilação de 2,84% a 47,67% respectivamente para os caracteres NDM e NV1 (Tabela 2). Notou-se que os CVs mais elevados foram obtidos para os caracteres relacionados ao número de vagens, que é um componente de produtividade, cujas magnitudes assemelham-se aos resultados de outros pesquisadores que realizaram pesquisas com genótipos de soja. Bordin et al. (2022) avaliando o desempenho agrônômico de 46 progênies de soja com elevado grau de endogamia obtiveram CV de 19,16% na produtividade de grãos.

A herdabilidade é um dos principais parâmetros utilizados em programas de melhoramento genético, pois expressa a proporção da variância fenotípica atribuída às diferenças genéticas entre os indivíduos, permitindo estimar a eficiência da seleção (Falconer; Mackay, 1996). Nesta pesquisa, a herdabilidade variou de 28,24% a 91,31%, respectivamente para número de nós produtivos e altura da planta na maturidade (Tabela 2). Os caracteres relacionados ao ciclo, altura, número de nós e produção apresentaram maiores estimativas de herdabilidade, com destaque para altura da primeira vagem, altura da planta no florescimento e altura da planta na maturidade. Santos et al. (2019), ao avaliarem vinte cruzamentos biparentais, também observaram elevadas estimativas de herdabilidade para número de dias para maturidade e altura da planta na maturidade, com valores de 0,90 e 0,91, respectivamente.

Ainda em relação às estimativas de herdabilidades, constatou-se nesta pesquisa valores mais baixos para os caracteres relacionado ao número de vagens (Tabela 2), em semelhança ao que foi observado por Tissot et. al (2023) que observaram baixa herdabilidade para número de vagens nos ramos, cuja magnitudes foi de 0,55%.

A razão CV_g/CV_e expressa uma condição favorável ao processo seletivo quando apresenta valor superior a 1,0, indicando que a variabilidade genética supera a influência ambiental (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2012). Esse resultado também foi observado por Port et al. (2025), que consideraram o valor de 1,17 elevado para indicar variabilidade genética e potencial de seleção. Nesse contexto, os caracteres número de dias para a maturidade e altura da planta no florescimento e na maturidade (Tabela 2) apresentaram os maiores valores de CV_g/CV_e . Resultados semelhantes foram relatados por Santos et al. (2019), que observaram razões CV_g/CV_e superiores a 1,0 para os caracteres altura de planta e número de dias para a maturidade. Em contrapartida, os caracteres número de nós (0,36), número de vagens com um grão (0,54), número de vagens com três grãos (0,62), número total de vagens (0,77) e número de sementes por vagem (0,72) apresentaram razões CV_g/CV_e inferiores a 1,0, indicando menor potencial de seleção.

Um ponto crucial para seleção de progênes superiores são as médias fenotípicas, pois são elas que vão oferecer um quantitativo para os caracteres agronômicos permitindo a identificação de indivíduos mais desejados. Logo, constam na Tabela 3 as médias dos caracteres relacionado ao ciclo, número de nós e altura.

Tabela 3 – Médias fenotípicas de genótipos de soja quanto aos caracteres agronômicos, em Uberlândia-MG

Genótipos	NDF (dias)	NDM (dias)	NNFlo	NNM	NNP	APF (cm)	APM (cm)	APV (cm)
UFU_IFx7010_1	29,00 b	83,00 d	9,93 b	16,80 b	13,93 a	36,13 c	65,53 d	13,37 c
UFU_IFx7010_2	28,67 b	82,00 d	9,73 b	15,33 b	13,20 a	39,17 c	75,37 c	11,27 c
UFU_7101x7010_3	31,00 b	85,33 c	9,67 b	19,53 a	10,13 a	36,40 c	73,87 c	19,53 b
UFU_7101x7010_4	30,33 b	86,33 c	9,40 b	16,33 b	13,53 a	31,60 c	57,20 d	12,43 c
UFU_TMGx7010_5	36,00 b	91,00 d	11,13 b	16,87 b	12,47 a	54,77 b	78,10 c	18,20 b
UFU_TMGx7010_6	46,67 a	101,67 a	14,33 a	20,40 a	12,47 a	74,17 a	105,33 a	24,67 a
UFU_BRSx7010_7	37,33 b	100,33 a	12,67 b	21,07 a	15,73 a	49,10 c	92,83 b	21,73 b
UFU_7010xBRS_8	36,67 b	93,67 b	11,87 a	19,87 a	14,67 a	53,57 b	87,70 b	15,93 c
UFU_IFx7101_9	29,67 b	80,00 d	9,13 b	15,93 b	12,87 a	34,27 c	65,50 d	13,80 c
UFU_7101xIF_10	28,33 b	82,33 d	8,80 b	15,87 b	12,07 a	35,87 c	71,60 c	14,90 c
UFU_TMGxIF_11	38,00 b	95,00 b	12,67 a	16,93 b	12,00 a	59,07 b	90,87 b	21,87 b
UFU_IFxTMG_12	28,67 b	83,67 d	8,27 b	16,80 b	13,27 a	31,07 c	70,07 c	16,63 c
UFU_BRSxIF_13	29,33 b	83,00 d	7,33 b	17,33 b	13,20 a	23,20 c	59,93 d	16,17 c
UFU_BRSxIF_14	29,67 b	86,67 c	10,47 b	18,20 a	13,93 a	39,60 c	62,77 d	13,50 c
UFU_7101xTMG_15	33,67 b	100,00 a	10,13 b	18,13 b	12,60 a	42,73 c	85,33 b	22,20 b
UFU_7101xTMG_16	28,67 b	87,00 c	8,47 b	17,33 b	14,60 a	30,50 c	64,37 d	11,80 c
UFU_7101xBRS_17	34,33 b	101,33 a	10,47 b	20,40 a	14,67 a	36,50 c	79,90 c	20,13 b
UFU_7101xBRS_18	31,33 b	85,67 c	10,67 b	18,93 a	13,67 a	40,83 c	75,77 c	18,60 b
UFU_TMGxBRS_19	32,67 b	88,00 d	9,80 b	16,17 b	13,17 a	43,30 c	75,77 c	17,17 c
UFU_TMGxBRS_20	47,33 a	102,67 a	14,20 a	18,53 a	12,80 a	79,57 a	102,20 a	26,67 a
BRS 511_21	30,67 b	80,67 d	10,53 b	14,93 b	11,80 a	42,47 c	58,67 d	13,07 c
IACFoscarin 31_22	26,00 b	82,00 d	7,80 b	14,93 b	12,13 a	25,50 c	67,80 d	11,53 c
TMG 803_23	45,67 a	99,00 a	12,67 a	16,93 b	11,33 a	69,23 a	90,97 b	26,93 a
UFUS 7010_24	31,33 b	84,67 c	9,87 b	17,60 b	13,40 a	38,33 c	77,50 c	14,67 c
UFUS 7101_25	30,67 b	84,67 c	8,87 b	17,40 b	12,73 a	30,00 c	60,87 d	12,87 c

NDF e NDM: número de dias para o florescimento e maturidade, respectivamente; NNFlo: Número de nós no florescimento; NNM: número de nós na maturidade; NNP: número de nós produtivos; APF: Altura da planta no florescimento; APV: altura da primeira vagem. Médias com a mesma letra pertencem ao mesmo grupo ao nível de 5% de significância pelo teste Scott Knott.

Em relação ao número de dias para o florescimento constatou-se que os genótipos foram distribuídos em dois grupos homogêneos onde o A possui um nível maior em relação aos valores que o grupo B cujas médias oscilaram entre 26,00 dias (IAC Foscarin 31) a 47,33

dias (UFU_TMExBRS_20). Por outro lado, para o número de dias para a maturidade foram constituídos cinco grupos, com ciclos variando de 80,00 dias (UFU_IFx7101_9) a 102,67 dias (UFU_TMExBRS_20), sendo que o grupo de genótipos mais precoces reuniram oito progênies e as cultivares BRS 511 e IAC Foscari 31 (Tabela 3). O comportamento quanto ao ciclo dos genitores BRS 511 e TMG 803 corroboram com resultados obtidos por Santos et al. (2025), que por meio de análise dialélica nas gerações F1 e F2 identificaram a cultivar BRS 511 como genitor favorável para redução de ciclo em soja, ao passo que a cultivar TMG 803 foi a que mais contribuiu para ciclos mais longos.

Nos últimos anos, tem sido objetivado nos programas de melhoramento genético de soja, o desenvolvimento de cultivares mais precoces, em virtude de produtores de soja planejarem no sistema produtivo de primeira e segunda safra conforme Arbo et al. (2024) o qual explica que cultivares de soja que possuem menores ciclos são menos propensas a desenvolver doenças, em razão do menor período de exposição ao patógeno ao longo do ciclo de vida.

Para o número de nós na haste principal, constatou-se que no florescimento e na maturidade os genótipos constituíram dois grupos enquanto o número de nós produtivos formou apenas um grupo (Tabela 3). Para o desenvolvimento de uma cultivar produtiva, faz-se necessário desenvolver genótipos com maior número de nós, pois frequentemente tem sido observado correlação linear entre número de nós e número de vagens por planta, e conforme Sedyama et al. (2016) uma cultivar produtiva deve apresentar pelo menos 17 nós na haste principal, e pelo resultado desta pesquisa, verificou-se oportunidade de obtenção de genótipos superiores para este caráter, pois os grupos de genótipos de maiores médias apresentaram número de nós na maturidade variando de 18,53 a 21,07.

Analisando-se as alturas da planta no florescimento, altura de planta na maturidade e a altura da primeira vagem observou-se a formação de 3, 4 e 3 grupos respectivamente (Tabela 3). A altura ideal para a soja está entre 60 a 110 cm (Sedyama, 2016), logo nesta pesquisa constatou-se a viabilidade de seleção de progênies superiores, dada a ampla variabilidade fenotípica observada. É possível indicar que as plantas mais altas são as que possuem parental com a TMG 803_23 como as progênies UFU_TMEx7010_6, UFU_TMExIF_11 e UFU_TMExBRS_20, ao passo que os parentais BRS 511_21, IAC Foscari 31_22 e UFUS 7101_25 quando cruzadas entre si resultam em progênies mais baixas (Tabela 3).

Na Tabela 4 constam as médias fenotípicas para componentes de produção e produtividade de grãos, que em conjunto permitem analisar os genótipos superiores visando maior potencial produtivo. Os genótipos foram distribuídos em dois grupos para todos os caracteres analisados. Predominantemente, notou-se que as progênies constituíram os grupos de maiores valores para o número de vagens, exceto para número de vagens de dois grãos e número de vagens de três grãos que os parentais TMG 803 e UFUS 7010 também foram incluídos no grupo superior (Tabela 4), mas cabe ressaltar que algumas as progênies originárias desses parentais também foram superiores.

Entre as 20 progênies avaliadas nesta pesquisa, oito constituíram o grupo de maiores médias do número de sementes por vagem, cuja média oscilou de 2,15 a 2,37, incluindo neste grupo a cultivar UFUS 7010 (Tabela 4). Por outro lado, ao analisar o peso de 100 grãos, verificou-se que as progênies de soja analisadas neste estudo tiveram predominantemente médias inferiores comparadas ao parentais BRS 511, IAC Foscari 31 e TMG 803. Esse padrão é explicado por Deretti et. al (2022) mostrando que com o aumento do número de grãos por vagens há consequências como a diminuição no tamanho do grão que está diretamente ligado ao peso. Meier et al. (2019) argumentam que no processo seletivo é importante priorizar genótipos que possuem potencial para número de vagens com três grãos. E nesse aspecto, constatou-se que entre as 20 progênies, seis tiveram médias superiores, cujo grupo teve média variando de 16,33 a 24,37 vagens (Tabela 4).

Para o componente de produtividade peso de 100 grãos, que consiste em separar 100 grãos aleatórios da amostra e obter o peso deste, os genótipos formaram dois grupos, cujo grupo superior, as médias variaram de 14,75 a 16,54 e incluíram 7 progênies de soja (Tabela 4) das quais, duas também tiveram maiores valores para o número de sementes por vagens (UFU_7101xIF_10 e UFU_TMgxIF_11).

Tabela 4 - Médias fenotípicas de caracteres de componentes de produtividade de grãos e produtividade de grãos em genótipos de soja cultivados em Uberlândia-MG

Genótipos	NV1G	NV2G	NV3G	NTV	NSV	P100	PGPI	PROD
UFU_IFx7010_1	9,53 b	15,80 b	16,13 a	42,13 b	2,21 a	11,62 b	14,16 a	1614,32 b
UFU_IFx7010_2	9,60 b	17,60 b	12,13 b	39,80 b	2,09 b	11,91 b	9,24 b	1997,09 b
UFU_7101x7010_3	9,60 b	12,40 b	5,60 b	31,53 b	2,10 b	12,08 b	8,75 b	1679,88 b
UFU_7101x7010_4	9,87 b	13,40 b	10,73 b	37,13 b	2,19 a	12,29 b	8,77 b	1719,32 b
UFU_TMGx7010_5	9,87 b	21,80 b	10,27 b	42,13 b	2,02 b	14,79 a	9,55 b	2196,67 b
UFU_TMGx7010_6	10,93 b	14,80 b	21,27 a	47,87 a	2,28 a	13,08 b	12,07 b	2698,71 a
UFU_BRSx7010_7	18,27 a	21,87 b	19,93 a	63,07 a	2,04 b	13,41 b	15,95 a	2448,77 a
UFU_7010xBRS_8	6,27 b	20,47 b	24,87 a	52,20 a	2,37 a	12,42 b	14,64 a	2991,95 a
UFU_IFx7101_9	9,40 b	16,93 b	9,93 b	36,47 b	2,02 b	13,29 b	7,81 b	1457,45 b
UFU_7101xIF_10	10,00 b	11,33 b	15,13 b	37,07 b	2,15 a	15,25 a	8,04 b	1876,64 b
UFU_TMGxIF_11	5,87 b	11,93 b	10,00 b	28,53 b	2,20 a	17,41 a	8,13 b	2044,40 b
UFU_IFxTMG_12	11,53 b	20,40 b	10,93 b	43,00 b	1,99 b	13,87 b	10,35 b	1977,97 b
UFU_BRSxIF_13	16,93 a	18,80 b	12,93 b	48,80 a	1,96 b	15,50 a	10,38 b	1835,46 b
UFU_BRSxIF_14	9,53 b	23,13 b	21,47 a	55,53 a	2,25 a	15,83 b	16,06 a	1879,46 b
UFU_7101xTMG_15	9,27 b	33,73 a	10,40 b	53,40 a	2,00 b	14,00 b	12,22 b	2074,22 b
UFU_7101xTMG_16	18,33 a	23,00 b	10,40 b	52,73 a	1,86 b	15,21 a	14,42 a	2148,67 b
UFU_7101xBRS_17	7,33 b	20,07 b	23,47 a	51,67 a	2,35 a	13,50 b	11,91 b	2396,43 a
UFU_7101xBRS_18	11,20 b	20,27 b	14,80 b	46,80 a	2,10 b	12,79 b	10,40 b	1893,49 b
UFU_TMGxBRS_19	23,20 a	30,93 a	8,60 b	63,00 a	1,80 b	16,54 a	15,28 a	2804,13 a
UFU_TMGxBRS_20	12,20 b	42,60 a	13,07 b	68,13 a	2,02 b	15,29 a	16,07 a	2999,64 a
BRS 511_21	11,53 b	23,33 b	11,80 b	46,73 b	2,01 b	14,75 a	12,16 b	2667,58 a
IACFoscarin 31_22	8,73 b	11,87 b	10,07 b	31,33 b	2,09 b	14,37 a	8,26 b	2019,30 b
TMG 803_23	8,40 b	30,27 a	5,13 b	44,20 b	1,95 b	14,96 a	10,95 b	2693,14 a
UFUS 7010_24	6,73 b	15,00 b	16,33 a	38,33 b	2,25 a	13,00 b	10,28 b	2314,23 a
UFUS 7101_25	8,47 b	15,60 b	12,93 b	37,27 b	2,12 b	13,33 b	9,06 b	1619,82 b

NV1G: Número de vagens com 1 grão; NV2G: Número de vagens com 2 grãos; NV3G: Número de vagens com 3 grãos; NTV: número total de vagens; NSV: Número de sementes por vagens; P100: Peso de 100 grãos PGP: peso em gramas de grãos por planta; PROD: produtividade de grão. Médias com a mesma letra na coluna pertencem ao mesmo grupo pelo teste Scott Knott ao nível de 5 % de significância.

Quanto à produção de grãos por planta, os genótipos foram distribuídos em dois grupos, sendo que sete progênies compuseram o grupo de maiores médias (Tabela 4). As progênies UFU_7101xTMG_16, UFU_TMGxBRS_19 e UFU_TMGxBRS_20 destacaram-se tanto para o peso de 100 grãos quanto para a produção de grãos por planta. Segundo Paraginski et al. (2024), o elevado rendimento de grãos pode ser explicado pelo maior número de vagens por planta, número de grãos por planta e peso de mil grãos, o que corrobora os resultados observados para essas progênies.

De acordo com Silva (2024) o principal objetivo dos programas de melhoramento é identificar genótipos que consigam agrupar diferentes características de interesse. Assim,

almeja-se em um programa de melhoramento atingir ganhos por seleção para um grupo de caracteres. Nesta pesquisa, determinaram-se os ganhos de seleção direta e indireta para os caracteres agrônômicos, conforme consta na Tabela 5.

Ao praticar seleção direta para o número de dias para o florescimento e maturidade, constatou-se ganhos de seleção de -12,14% e -8,12% respectivamente o que indica uma redução na contagem de dias se esses caracteres forem escolhidos para seleção, contudo para todos os demais caracteres o ganho de seleção indireta foi desfavorável, exceto para número de vagens de 1 grãos em relação ao ciclo vegetativo. Esse resultado evidencia a dificuldade de selecionar genótipos precoces e, ao mesmo tempo, de maior produção de grãos.

O ganho de seleção direta para número de nós florescimento foi de 21,93% e a seleção para número de nós na maturidade foi de 11,50% (Tabela 5). Para ambos os caracteres, o impacto da seleção indireta foi favorável para maioria dos caracteres, exceto para ciclo vegetativa, ciclo total e número de vagens de dois grãos e peso de cem grãos.

Quanto aos caracteres relacionado a altura (no florescimento, maturidade e de primeira vagem) os ganhos de seleção foram superiores e no sentido favorável na seleção indireta para a maioria dos caracteres, excetuando mais uma vez caracteres relacionados ao número de dias para florescimento e maturidade (Tabela 5).

Em um programa de melhoramento a importância de selecionar o maior número de grãos por vagem é evidente pois assim a produtividade aumenta (Vogel et al., 2021). neste mesmo estudo é apresentado a correlação entre ciclo menor e maior rendimento e produtividade, indicando que a seleção deste caracter leva a menor ciclo da soja pode acarretar altas produções.

Em relação ao número de vagens, o maior ganho de seleção direta foi observado para o número de vagens de 2 grãos e número de vagens de 3 grãos, e que refletiram também ganhos de seleção indireta favoráveis para maioria dos caracteres, com destaque para a produção de grãos por planta e produtividade de grãos (Tabela 5).

Tabela 5. Ganhos de seleção para 15 caracteres agrônômicos avaliados em 25 genótipos, no município de Uberlândia – MG.

CAR	GANHOS DE SELEÇÃO (%)															
	NDF	NDM	NNFlo	NNM	NNPro	APFlo	APM	APV	NV1G	NV2G	NV3G	NTV	NSV	P100G	PGPI	PROD
NDF	-12,74	-6,32	-12,30	-6,30	0,31	-21,21	-8,08	-20,37	1,66	-13,95	-4,26	-6,43	-0,92	-1,71	-4,29	-8,98
NDM	-11,48	-8,12	-8,35	-8,82	-0,84	-15,87	-10,14	-21,73	-4,77	-15,96	-3,99	-9,39	-0,04	-2,65	-9,58	-8,99
NNFlo	21,92	10,29	21,93	6,52	0,24	44,45	23,06	29,93	-2,51	12,93	8,69	7,24	1,33	2,23	10,38	19,5
NNM	7,47	5,92	10,16	11,50	1,08	11,30	12,12	15,09	-1,31	-7,62	19,11	4,67	3,18	-6,22	5,89	7,63
NNPro	-1,66	3,04	2,34	6,47	3,32	-4,60	-0,38	-5,37	2,77	1,65	23,32	10,38	2,44	-1,93	20,64	3,41
APFlo	21,36	8,61	19,86	3,29	-0,94	46,45	20,10	26,88	-8,56	12,89	2,26	2,30	1,24	3,48	3,33	17,81
APM	21,92	10,29	21,93	6,52	0,24	44,45	23,06	29,93	-2,51	12,93	8,69	7,24	1,33	2,23	10,38	19,5
APV	20,66	11,43	19,59	5,19	-0,50	40,64	22,59	35,34	-0,35	21,44	-0,93	7,52	-0,48	3,67	7,71	13,34
NV1G	7,18	4,18	5,76	2,98	0,17	9,94	6,58	8,01	-16,09	-5,40	7,67	-4,99	3,23	0,46	-3,76	7,3
NV2G	8,45	3,94	7,64	-1,81	-0,97	20,58	4,16	14,17	6,27	39,90	-7,14	13,61	-2,70	6,58	15,79	14,41
NV3G	6,90	5,98	10,16	9,45	2,36	11,55	10,24	6,49	-4,58	-4,12	30,69	8,34	4,69	-2,61	13,79	11,8
NTV	4,10	5,32	4,86	3,22	1,62	9,27	5,67	8,59	18,26	34,30	1,77	19,48	-2,98	5,60	23,79	9,28
NSV	3,40	2,86	6,48	6,17	1,71	6,99	4,76	-0,73	-10,86	-8,01	28,16	3,40	5,52	-4,24	11,82	6,2
P100G	2,41	0,46	1,53	-1,71	-0,42	7,80	1,63	6,17	8,86	10,88	0,00	6,55	-0,94	10,64	6,14	3,14
PGPI	5,36	4,18	7,19	4,55	2,37	13,09	6,15	3,18	16,10	25,79	11,40	19,19	-1,16	4,16	26,45	15,44
PROD	16,87	5,50	15,19	1,21	-0,76	36,57	13,17	18,4	5,12	26,05	2,35	11,52	-0,77	2,65	14,07	26,07

Car: caracteres. NDF e NDM: número de dias para o florescimento e maturidade, respectivamente; NNFlo e NNM: número de nós no florescimento e maturidade respectivamente; APF e APM: altura da planta no florescimento e maturidade respectivamente; APV: altura da primeira vagem; NV1G, NV2G, NV3 e NTV: Número de vagens com 1, 2, 3 e total de grãos por planta respectivamente; NSV: Número de sementes por vagem; P100: Peso de 100 grãos; PGP: produção de grãos por planta; PROD: produtividade de grãos. Ganhos de seleção em negrito na diagonal indicam ganhos de seleção direta

Para o componente de produtividade número de sementes por vagens observou-se ganho de seleção positivo e de baixa magnitude, isto é 6,92%. Além disso, os ganhos de seleção indireta foram predominantemente baixo para todos os caracteres, exceto para número de vagens de 3 grãos que foi de 28,16% (Tabela 5). Comportamento semelhante foi observado para o caráter peso de 100 grãos, cujos valores de ganhos de seleção direta e indireta foram baixo comparativamente ao demais.

A seleção direta para a produção de grãos por planta e produtividade de grãos foram de 26,45% e 26,07% respectivamente e o valores de ganhos de seleção indireta foram todos favoráveis excetos para número de dias para florescimento e maturidade e número de sementes por vagem (Tabela 5).

As pesquisas em melhoramento genético da soja têm priorizado a seleção de caracteres relacionados à produtividade e à precocidade. Entretanto, essas características nem sempre apresentam relação diretamente proporcional. Segundo Carneiro (2020), o número de dias para a maturidade não apresentou relação linear com os caracteres de produtividade. Além disso, a integração de diferentes métodos de seleção, como a seleção direta, indireta e por índices, pode potencializar os ganhos genéticos e contribuir para o desenvolvimento de cultivares adaptadas às condições locais.

Na Tabela 6 constam os genótipos selecionados ao praticar seleção direta em relação a todos os caracteres analisados nesta pesquisa. Considerando que a produtividade de grãos está entre as principais características almejadas numa nova cultivar, avaliou-se o número de coincidência dos genótipos selecionados para produtividade de grãos e que também foram selecionados nos outros caracteres agrônômicos, e nesta análise verificou que dos 6 genótipos superiores para produtividade de grãos, 50% dos genótipos também foram selecionados para os caracteres relacionados à altura e número de vagens de 2 grãos, podendo destacar os genótipos 20 (UFU_TMGrBRS_20) e 6 (UFU_TMGr7010_6). De acordo com Singer (2023) os caracteres que estão ligados a arquitetura da planta demonstram maiores receptores de luz que claramente se interliga com maiores produções por planta indicando os genótipos

Tabela 6. Genótipos selecionados praticando-se seleção direta para caracteres agronômicos, em Uberlândia-MG

Caracteres	Genótipos selecionados					
NDF	22	10	2	12	16	1
NDM	9	21	2	22	10	1
NNFlo	6	20	7	11	23	8
NNM	7	6	17	8	3	18
NNPro	7	8	17	16	1	14
APFlo	20	6	23	11	5	8
APM	6	20	7	23	11	8
APV	23	20	6	15	11	7
NV1G	11	8	24	17	23	25
NV2G	20	15	19	23	21	14
NV3G	8	17	14	6	7	24
NTV	20	7	19	14	15	16
NSV	8	17	6	14	24	1
P100G	11	19	14	13	20	10
PGPlanta	20	14	7	19	8	16
PROD	20	8	19	6	23	21

NDF e NDM: número de dias para o florescimento e maturidade, respectivamente; NNFlo: Número de nós no florescimento; NNM: número de nós na maturidade; NNP: número de nós na produtivo; APF: Altura da planta no florescimento; APV: altura da primeira vagem; NV1G: Número de vagens com 1 grão; NV2G: Número de vagens com 2 grãos; NV3G: Número de vagens com 3 grãos; NTV: número total de vagens; NSV: Número de sementes por vagens; P100: Peso de 100 grãos PGP: peso em gramas de grãos por planta; PROD: produtividade de grãos.

Considerando que melhoristas decidem pela seleção de múltiplos caracteres como produtividade, altura da planta, tempo de florescimento e resistência a doenças (Moeinizada et al., 2020), a seleção por meio de índices de seleção torna-se uma estratégia para praticar seleção de genótipos superiores. Assim como o índice de seleção Mulamba e Mock (1978) que utiliza um sistema de soma de ranks dos genótipos de cada característica desejada e se destaca aqueles que possuem o menor valor (Coutinho et al., 2019)

Na Tabela 7 constam os ganhos de seleção obtidos pela seleção por meio do índice de Mulamba e Mock (1978), onde notou-se que os maiores ganhos foram os de número de vagens com três grãos (28,51%), altura de planta no florescimento (26,07%), peso de grãos por planta (20,16%) e produtividade de grãos (16,4%) sendo eles caracteres de importância direta ou indireta para o rendimento. É normal este índice priorizar os genótipos mais produtivos uma vez que está ligada ao aumento no número de vagens e de grãos por planta. Segundo Silva et al. (2021), o índice de Mulamba e Mock (1978) é eficaz na seleção simultânea de -0,53 até 28,51 para P100G e NV3G respectivamente. Indica que caracteres

agronômicos, incluindo o número de vagens e grãos por planta contribuem para o aumento da produtividade.

Tabela 7. Estimativas de ganhos de seleção (GS%) obtidos para caracteres agrônômicos considerando a seleção pelo índice de Mulamba e Mock (1978)

Caráter	GS (%)
	Mulamba & Mock (1978)
NDF	13,64
NDM	9,21
NNFlo	16,0
NNM	10,17
NNPro	2,14
APFlo	26,07
APM	15,2
APV	16,84
NV1G	-0,64
NV2G	13,57
NV3G	28,51
NTV	15,37
NSV	3,57
P100G	-0,53
PGPlanta	20,16
PROD	16,4

NDF e NDM: número de dias para o florescimento e maturidade, respectivamente; NNFlo: Número de nós no florescimento; NNM: número de nós na maturidade; NNP: número de nós na produtivo; APF: Altura da planta no florescimento; APV: altura da primeira vagem; NV1G: Número de vagens com 1 grão; NV2G: Número de vagens com 2 grãos; NV3G: Número de vagens com 3 grãos; NTV: número total de vagens; NSV: Número de sementes por vagens; P100: Peso de 100 grãos PGP: peso em gramas de grãos por planta; PROD: produtividade de grãos.

Observou-se ainda que o índice promoveu redução no número de vagens com um grão (-0,64%) e leve diminuição no peso de 100 grãos (-0,53%), o que é biologicamente esperado, uma vez que o aumento no número de vagens com dois e três grãos intensifica a competição por assimilados. No entanto, essas reduções não impactaram negativamente a produtividade final, reforçando que o ganho foi sustentado principalmente pelo aumento no número de estruturas reprodutivas mais eficientes.

Na estimativa do ganho de seleção baseada no índice de Mulamba e Mock, observou-se que alguns genótipos apresentaram desempenho superior em relação aos demais, destacando-se de forma consistente nos caracteres avaliados. Entre esses, os genótipos UFU_7010xBRS_8, UFU_TMGrxBRS_20, UFU_BRGrx7010_7, UFU_7101xBRS_17, UFU_BRGrxIF_14 e UFU_TMGrx7010_6 obtiveram os maiores valores no índice de seleção. Esse resultado indica maior potencial genético desses materiais para o conjunto de características consideradas simultaneamente. Assim, esses genótipos podem ser considerados promissores para avanço nas próximas etapas do programa de melhoramento.

Ao analisar as tabelas 5 e 7 de forma conjunta é evidente que pelo índice Mulamba e Mock os ganhos de seleção foram mais equilibrados e maiores para grande parte dos caracteres avaliados. Os caracteres de estrutura e rendimento como APFlo, NV3G, PGPlanta e PROD obtiveram ganhos expressivos no índice, isto expõem que ele teve a capacidade de explorar tanto a variabilidade quanto suas correlações favoráveis. Em contraposto a tabela de seleção direta e indireta que trouxe valores mais baixos para aquelas características que possuem relações desfavoráveis com a produtividade

Teixeira et al., 2017 também utiliza do índice de seleção Mulamba e Mock para a seleção de múltiplos caracteres e obtenção de genótipos superiores. Comparando os resultados observaram-se ganhos positivos e, em geral, superiores para caracteres fenológicos e de arquitetura da planta, como número de dias para o florescimento (13,64%) e maturidade (9,21%), além de expressivos ganhos para altura da planta no florescimento (26,07%) e na maturidade (15,20%), enquanto na referência esses caracteres apresentaram ganhos reduzidos ou até negativos. Para caracteres relacionados ao número de nós, o índice promoveu ganhos moderados neste estudo, especialmente no florescimento e na maturidade, ao passo que a referência apresentou maior resposta para nós produtivos. E por fim na massa de cem grãos, observou-se pequeno ganho negativo no presente estudo, contrastando com ganho positivo moderado na referência, o que sugere possível compensação entre componentes do rendimento.

CONCLUSÃO

A avaliação das progênies de soja na geração F4 permitiu identificar variabilidade genética e elevadas estimativas de herdabilidade para a maioria dos caracteres avaliados, indicando potencial para seleção. A seleção das melhores progênies foi eficiente por meio da análise das médias fenotípicas, dos ganhos de seleção e do índice de Mulamba e Mock. As progênies UFU_TMGxBRS_20 e UFU_7010xBRS_8 destacaram-se pelo desempenho em produtividade de grãos e número de vagens, sendo indicadas para continuidade no programa de melhoramento genético de soja.

REFÊRENCIAS

ARBO, Manoel; MÜHL, Fabiana Raquel; FELDMANN, Neuri Antonio; RHODEN, Anderson Clayton. Ferrugem asiática no Brasil: impacto, avanços científicos e manejo. *Revista Inovação – Centro Universitário FAI*, v. 3, p. 27-56, 2024. ISSN 2764-9199.

BANDEIRA, Willyan Júnior Adorian Et. al. Genetic variability among soybean lineages based on seed morphological and biochemical markers. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 11, n. 4, 1 Out 2024.

BORDIN, Pedro Augusto Nicolete Et. al. CARACTERIZAÇÃO E FENOTIPAGEM AGRONÔMICA EM PROGÊNIES DE SOJA AVALIADAS EM ENSAIO PRELIMINAR DE DESEMPENHO. **Open Science Research VII**. Editora Científica Digital, 2022. p. 61–71.

BRAGA, Laura Amaral et al. Proposta de reclassificação do coeficiente de variação em mudas de eucalipto pela precisão experimental. *Contribuciones a las Ciencias Sociales*, São José dos Pinhais, v. 17, n. 8, e9424, 2024. DOI: 10.55905/revconv.17n.8-210.

CARNEIRO, Anna Regina Tiago. *Parâmetros genéticos, análise de trilha e estratégias de seleção em populações segregantes de soja*. 2020. 155 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2020.

CARRIJO, Eduardo Victor Couto Et. al. Avanços da biotecnologia e do melhoramento genético da soja no Cerrado: ênfase na tolerância ao déficit hídrico. **Revista Caribeña de Ciencias Sociales**, v. 14, n. 12, p. e4933, 17 Dez 2025. Disponível em: <<https://revistacaribena.com/ojs/index.php/rccs/article/view/4933>>.

CASTRO, Katiane Secco Et. al. Selection of soybean populations for earliness and high grain yield. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 7, p. e546973816, 26 Maio 2020.

Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de grãos. Brasília, DF: **Conab**, v. 13, n. 7, abr. 2026.

COUTINHO, Givago Et. al. Multivariate analysis and selection indices to identify superior quince cultivars for cultivation in the tropics. **HortScience**, v. 54, n. 8, p. 1324–1329, 1 Ago 2019.

DE CAMPOS, Luís Henrique Ribeiro Et. al. Genetic progress of 18 years of a soybean breeding program for the Brazilian Central-West. **Revista Ciencia Agronomica**, v. 54, 2023.

DE MELLO CUNHA, Gabriel Octávio e DE ALMEIDA, Jaime Antonio e MEDEIROS COELHO, Cileide Maria. Chemical composition of soybean seeds subjected to fertilization with rock dusts. **Acta Scientiarum - Agronomy**, v. 44, 21 Dez 2022.

DOS SANTOS, Elonha Rodrigues Et. al. Genetic parameters and agronomic evaluation progenies F2soy the Federal District, Brazil. **Revista Brasileira de Ciencias Agrarias**, v. 14, n. 1, 1 Mar 2019.

DALLASTRA, Anderson. *Predição fenotípica no melhoramento da soja para diferentes regiões do Brasil*. 2022. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Federal do Tocantins, Campus Universitário de Gurupi, Gurupi, 2022.

FALCONER, D. S.; MACKAY, T. F. C. *Introduction to Quantitative Genetics*. 4. ed. Harlow: Longman, 1996.

FILHO, Josef Gastl Et. al. Genetic parameters and selection strategies for soybean progenies aiming at precocity and grain productivity. **Ciencia e Agrotecnologia**, v. 46, 2022.

HERMANN DERETTI, André Felipe Et. al. **Revista de Ciencias Agroveterinarias**, v. 21, n. 2, p. 123–136, 2022.

MEIER, Carine et al. Performance agrônômica e correlação linear entre componentes de rendimento da soja em segunda safra. **Revista de Ciências Agrárias, Lisboa**, v. 42, n. 4, p. 933–941, 2019. DOI: 10.19084/rca.17995.

MOEINIZADE, Saba et al. Multi-trait genomic selection methods for crop improvement. **Genetics, Bethesda**, v. 215, n. 4, p. 931–945, ago. 2020. DOI: 10.1534/genetics.120.303305.

PARAGINSKI, João Antônio Et. al. Corn hybrids grain yield submitted to different sowing densities in the medium-high Uruguay region of Rio Grande do Sul. **Revista Ceres**, v. 71, 2024.

PORT, Eduarda Donadel Et. al. Early selection of resilient progenies to seed yield in soybean populations. **Ciencia Rural**, v. 54, n. 8, 2024.

PRADO, Matheus L. et. al. Adaptabilidade e estabilidade fenotípica de genótipos de soja estimadas via modelagem mista (2019).

SANTOS, Michelle S. Et. al. Combining ability of soybean in F1 and F2 generations for earliness and grain yield. **Revista Caatinga**, v. 38, 2025.

SILVA, Carolina Oliveira da. Análise dialélica, estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos e seleção de genótipos de soja para produção de grãos e precocidade. 2024. 93 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2024. DOI: 10.14393/ufu.te.2025.5015

SILVA, Hortência Kardec Da Et. al. Agronomic Performance and Selection of Tropical Soybean Progenies Derived from Charcoal Rot (*Macrophomina* sp.)- Resistant Parents. **Sustainability (Switzerland)**, v. 17, n. 22, 1 Nov 2025.

SINGER, William M. Et. al. Soybean genetics, genomics, and breeding for improving nutritional value and reducing antinutritional traits in food and feed. *Plant Genome*. John Wiley and Sons Inc. , 1 Dez 2023

TEIXEIRA, F. G. Et. al. Genetic parameters and selection of soybean lines based on selection indexes. **Genetics and Molecular Research**, v. 16, n. 3, 21 Set 2017.

VARGAS-ALMENDRA, Adriana Et. al. Advances in Soybean Genetic Improvement. *Plants*. **Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI)**. , 1 Nov 2024

VIEIRA FILHO, José Eustáquio Ribeiro. A produção de soja e sua importância na economia brasileira. **Revista de Política Agrícola, Brasília**, v. 33, e01962, 2024. DOI: 10.35977/2317-224X.rpa2024.v33.01962.

VITOR TISOTT, Jean Et. al. AGRONOMIC PERFORMANCE AND SELECTION OF IDEAL SOYBEAN GENOTYPES. **AGRI-ENVIRONMENTAL SCIENCES**, v. 9, n. 1, p. 12, 29 Dez 2023.

VOGEL, Jonathan T. Et. al. Soybean Yield Formation Physiology – A Foundation for Precision Breeding Based Improvement. **Frontiers in Plant Science**. Frontiers Media S.A. , 15 Nov 2021